

# U.S. PATENT APPLICATION

For

## Coaxial Line Plug-type Connection with Integrated Galvanic Isolation

Inventor(s):

**Josef FEHRENBACH,  
Jürgen MOTZER and  
Daniel SCHULTHEISS**

Represented by:

## FAY KAPLUN & MARCIN, LLP

100 Maiden Lane, 17<sup>th</sup> Fl.  
New York, NY 10038  
(212) 898-8870  
(212) 208-6819 (fax)  
[info@FKMiplaw.com](mailto:info@FKMiplaw.com)

### EXPRESS MAIL CERTIFICATE

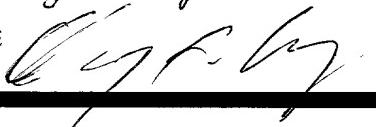
"EXPRESS MAIL" MAILING LABEL NO. EL 869 561 537 US

DATE OF DEPOSIT JANUARY 23, 2002

I HEREBY CERTIFY THAT THIS CORRESPONDENCE IS BEING DEPOSITED  
WITH THE UNITED STATES POSTAL SERVICE "EXPRESS MAIL POST OFFICE TO  
ADDRESSEE" SERVICE UNDER 37 CFR 1.10 ON THE DATE INDICATED ABOVE AND IS  
ADDRESSED TO: COMMISSIONER FOR PATENTS, WASHINGTON, D.C. 20231

NAME. Oleg F. Kaplun (45,559)

SIGNATURE



## Koaxialleitungssteckverbindung mit integrierter galvanischer Trennung

### Technisches Gebiet

**[0001]** Die vorliegende Erfindung betrifft eine Koaxialleitungssteckverbindung mit einer darin integrierten galvanischen Trennung. Derartige Steckverbindungen finden beispielsweise im Bereich der Füllstandsmesstechnik Einsatz. Um die für die Füllstandsmessung erforderlichen Mikrowellensignale, die von einem HF-Modul erzeugt werden, zu einer Sende- und Empfangseinheit, wie beispielsweise einer Stab-, Horn- oder Mikrostripantenne, zu übertragen, und um die reflektierten Signale, die für die zu messende Füllstandshöhe repräsentativ sind, an ein Auswertegerät zurück zu übertragen, werden vorzugsweise Koaxialleitungen verwendet.

**[0002]** Derartige Füllstandsmessungen sind in fast allen Industriezweigen erforderlich. Die der Füllstandshöhe nach zu bestimmenden Füllgüter bestehen z.B. in der chemischen Industrie aus hochexplosiven Medien. Um einer Explosionsgefahr bei der Füllstandsmessung im Innenraum oder in der Umgebung eines Behälters oder Tanks vorzubeugen, müssen Leitungen, an denen u.U. unterschiedliche Potentiale anliegen können, galvanisch getrennt werden. Alternativ hierzu ist es auch möglich, eine separate Potentialausgleichsleitung vorzusehen. Bei der galvanischen Trennung werden zwei Stromkreise völlig voneinander getrennt, wobei keinerlei direkte Verbindung über ein leitendes Material besteht. Die Übertragung von Strom oder im vorliegenden Falle HF-Signalen geschieht üblicherweise induktiv.

### Hintergrund der Erfindung

**[0003]** Eine koaxiale HF-Steckverbindung ist beispielsweise in der US 3,936,116 beschrieben. Bei dieser Steckverbindung wird mittels spezieller galvanischer Kontaktflächen eine Signalübertragung innerhalb des Steckers verbessert. Eine galvanische Trennung, die für die erforderliche Ex-Trennung bei der Füllstandsmessung erforderlich ist, ist jedoch nicht realisiert. Zwar lässt sich eine derartige galvanische Steckverbindung auch im Bereich der Füllstandsmesstechnik einsetzen, jedoch muss eine Ex-Trennung an anderer Stelle, beispielsweise im HF-Modul, realisiert sein. Dadurch ist eine weitere Störstelle im Signalweg vom HF-Modul zur Sende- und Empfangseinheit vorhanden, wodurch die Messergebnisse möglicherweise verfälscht werden.

**[0004]** Eine erste Art der galvanischen Trennung von HF-Signal führenden Leiterbahnen auf einer Platine wird durch Kondensatoren realisiert, wie es beispielsweise in der EP 0 882 955 A1 beschrieben wird. Die galvanische Trennung erfolgt hierbei durch eine Mikrowellenleiterbahn, die als Koplanar-Leiterbahn angeordnet ist, wobei die galvanische Trennung mittels Kondensatoren auf der Platine erfolgt. Die HF-Signal führende Koplanar-Leiterbahn besteht aus drei parallel zueinander verlaufenden, auf der Platine aufgebrachten planaren Leiterbahnstrukturen, die zueinander parallel angeordnet sind, wobei die mittlere Leiterbahn als Signalleiterbahn und die beiden seitlichen Leiterbahnen als Schirmleiterbahn dienen. Sowohl in die Signalleiterbahn als auch in der Schirmleiterbahn ist jeweils ein Kondensator eingefügt, wodurch die galvanische Trennung erfolgt.

**[0005]** Eine weitere Art der Trennung besteht in der Kopplung durch ein Dielektrikum. So wird z.B. ebenfalls in der EP 0 882 955 A1 vorgeschlagen, die Schirmleiterbahn durch die Leiterplatte hindurch innerhalb des HF-Moduls zu koppeln. Auch hier besteht die HF-Signal führende Leiterbahn aus zwei Teilen, einer Signalleiterbahn und einer Schirmleiterbahn.

**[0006]** Als weitere Möglichkeit wird in der EP 0 882 955 A1 vorgeschlagen, sowohl die Schirm- als auch die Signalleiterbahn durch ein Dielektrikum zu koppeln. Die Leiterbahnen befinden sich hierbei innerhalb des HF-Moduls auf beiden Seiten einer Leiterplatte und weisen einen gewissen Kopplungsbereich auf.

**[0007]** All diesen beschriebenen Ausführungsformen ist gemein, dass sowohl die Schirm- wie auch die Signalleiterbahn auf einer Leiterplatine innerhalb eines HF-Moduls fest aufgebracht sind. Zwar wird eine Nachrüstung einer derartigen galvanischen Trennung in Aussicht gestellt, jedoch wird sich diese aufgrund der Lage im HF-Modul als äußerst schwierig gestalten. Darüber hinaus wird als äußerst problematisch angesehen, dass durch eine derartige Nachrüstung eine zusätzliche Störstelle im Signalweg vom HF-Modul zur Sende- und Empfangseinheit entsteht.

## Darstellung der Erfindung

**[0008]** Der vorliegenden Erfindung liegt das Problem zugrunde, die für den Explosionsschutz bei der Füllstandsmesstechnik erforderliche Ex-Trennung mit einer möglichst geringen Anzahl an Störstellen im Signalweg zwischen dem HF-Modul und der

Sende- und Empfangseinheit sicherzustellen. Unter anderem zielt die vorliegende Erfindung darauf ab, eine Steckverbindung bereitzustellen, die dafür geeignet ist, den Montageaufwand bei einem Elektronikaustausch möglichst gering zu halten.

**[0009]** Dieses technische Problem wird durch eine vollkommen neue Steckverbindung gelöst, die gemäß einem ersten Aspekt der Erfindung einen Stecker und eine Buchse umfasst. Sowohl Stecker als auch Buchse sind mit einer Koaxialleitung verbunden. Die Koaxialleitung selbst umfasst einen als Signalleitung dienenden Innenleiter sowie einen als Schirmleitung dienenden Außenleiter. Sowohl die Buchse wie auch der Stecker besitzen ihrerseits einen Außenleiter, der jeweils mit dem Außenleiter der Koaxialleitung verbunden ist. Der Stecker wird derart in die Buchse gesteckt, dass sich der Außenleiter des Steckers mit dem Außenleiter der Buchse auf einer bestimmten Länge, dem sogenannten Koppelbereich überlappen. Die Kopplung zwischen Außenleiter der Buchse und Stecker erfolgt bei niedrigen Frequenzen (wie beispielsweise zwischen 5 und 10 GHz) kapazitiv zwischen den beiden überlappenden Außenleitern (Koppelbereich), die durch ein Trennelement aus dielektrischem Material (vorzugsweise PTFE) gegenseitig isoliert sind. Für höhere Frequenzen, z.B. zwischen 24 und 28 GHz, besitzt dieser Koppelbereich bei einer zu übertragenden Wellenlänge  $\lambda$  eine Länge  $\lambda/4$ . Durch diese Längenabstimmung transformiert sich der Leerlauf, der sich am Ende des Überlappungsbereiches ergibt, in einen Kurzschluss an der Unterbrechung im Koaxialsystem.

**[0010]** Wie bereits erwähnt, erfolgt die Kopplung zwischen dem Außenleiter der Buchse und dem Stecker bei niedrigen Frequenzen kapazitiv durch ein Trennelement aus dielektrischem Material, welches zwischen dem Außenleiter der Buchse und dem Stecker angeordnet ist. Die Isolationsdicke des Trennelements zwischen den beiden Außenleitern und dem Koppelbereich beträgt vorzugsweise 0,5 mm. Durch diese vorgeschriebene Mindestdicke wird die erforderliche Potentialtrennung erfüllt, die für Ex-Bereiche gefordert wird und die eine Spannungsfestigkeit von 500 Volt aufweisen muss.

**[0011]** Gemäß einem weiteren Aspekt der Erfindung ist der Steckerteil im Gegensatz zur obigen Ausführungsform noch einfacher gestaltet. Die Konstruktion der Buchse ist hierbei der Buchse der ersten Ausführungsform identisch, jedoch sind die Innenmaße der Buchse den kleineren Abmessungen des Steckers angepasst. Bei dieser Ausführungsform wird als Koaxialleitung ein dickeres sogenanntes Semi-Rigid-Kabel verwendet (z.B. UT141). Durch die Verwendung eines derartigen Semi-Rigid-Kabels verringert sich der Montageaufwand bei der Steckerkonfektionierung erheblich, da im Gegensatz zur ersten Ausführungsform kein gesondertes Steckerbauteil erforderlich ist. Vielmehr besteht der

Stecker hierbei aus einem Ende eines abisolierten Semi-Rigid-Kabels. Der Stecker in Form eines abisolierten Semi-Rigid-Kabels wird dabei direkt in die Buchse gesteckt.

[0012] Wie auch bei der obigen Ausführungsform ergibt sich hierbei im unteren Frequenzbereich eine kapazitive Kopplung zwischen den beiden als Schirmleitung der Kabel dienenden Außenleiter. Im Bereich höherer Frequenzen erhält man wiederum eine Transformation des Leerlaufs an der Unterbrechung im Koaxialsystem in einen Kurzschluss. Für eine optimale Transformation des Kurzschlusses beträgt der Koppelbereich in der Buchse bei einer zu übertragenden Wellenlänge  $\lambda$  eine Länge  $\lambda/4$ .

[0013] Gemäß noch einem weiteren Aspekt der Erfindung ist in einer Steckverbindung nicht nur die Schirmleitung sondern auch die Signalleitung mittels einem  $\lambda/4$ -langen Überlappungsbereich gekoppelt. Auch hierbei wird als Koaxialleitung vorzugsweise ein Semi-Rigid-Kabel verwendet. Zusätzlich zur Kopplung der Schirmleitung durch einen  $\lambda/4$ -langen Bereich kann bei dieser Ausbildung auch die Signalleitung durch einen  $\lambda/4$ -langen Überlappungsbereich gekoppelt werden. Hierdurch werden Kondensatoren, die die Signalleitungen im HF-Modul trennen, wie es gemäß dem Stand der Technik üblich ist, überflüssig.

[0014] Eine Steckverbindung gemäß der vorliegenden Erfindung erweist sich als besonders vorteilhaft dadurch, dass durch die ohnehin erforderliche Steckverbindung und die in der Steckverbindung enthaltene galvanische Trennung eine Reduzierung der Anzahl an Störstellen im Signalweg zwischen dem HF-Modul und der Sende- und Empfangseinheit erfolgt. So waren bisher hierfür stets zwei Bauteile erforderlich. Zum einen die ohnehin erforderliche Steckverbindung, um die Sende- und Empfangseinheit mit der Koaxialleitung zu verbinden. Zum anderen war für die erforderliche Ex-Trennung eine galvanische Trennung mittels Kondensatoren oder einer Kopplung durch ein Dielektrikum auf einer Platine erforderlich. Durch die erfindungsgemäße Gestaltung der Steckverbindung entfällt eine dieser Störstellen, indem die Kopplung durch galvanische Trennung direkt in der Steckverbindung erfolgt. Die Steckverbindung, die zu einem einfachen Elektronikaustausch nötig ist, ist somit auch gleichzeitig galvanische Trennung der Koaxialleitung.

[0015] Ein weiterer großer Vorteil der vorliegenden Erfindung besteht darin, dass durch die zentrische Anordnung der Steckverbindung im Gehäuse des Sensors, die gleichzeitig die galvanische Trennung der Koaxialleitung impliziert, eine Verdrehbarkeit der Sende- und Empfangseinheit gegenüber der Signal führenden Koaxialleitung ermöglicht wird.

**[0016]** Weiterhin erweist sich die vorliegende Erfindung durch den Montageaufwand, der bei einem Elektronikaustausch erforderlich ist und durch die erfindungsgemäße Gestaltung des Steckers sehr gering gehalten wird, als sehr vorteilhaft. Musste bisher für einen Elektronikaustausch eine Abdeckung abgeschraubt werden, um dann das HF-Kabel abziehen oder losschrauben zu können, so wird durch die erfindungsgemäße Ausgestaltung der Steckverbindung die Verbindung zum Antennensystem bereits beim Herausziehen des Elektronikeinsatzes automatisch getrennt.

**[0017]** Ein weiterer großer Vorteil besteht darin, dass die mechanischen Anforderungen an erfindungsgemäße Steckverbindungen im Koppelbereich sehr gering sind, da keine elektrischen Verbindungen sichergestellt werden müssen. Dadurch sind entgegen dem Stand der Technik keine Federkontakte erforderlich, wodurch eine weitestgehende Unempfindlichkeit der Steckverbindung gewährleistet wird. Somit ergibt sich ein sehr kostengünstiger Aufbau einer erfindungsgemäßen Steckverbindung.

**[0018]** Sehr vorteilhaft erweist sich die Steckverbindung gemäß der vorliegenden Erfindung weiterhin dadurch, dass durch die Verwendung einer derartigen Steckergestaltung der Behälterinnenraum gegenüber der Umgebung dicht abgeschlossen werden kann. So kann, falls eine zentrische Einkopplung am Hohlleiter vorhanden ist, die Steckverbindung der galvanischen Trennung direkt auf den Hohlleiter ohne Verwendung eines HF-Kabels aufgesteckt werden. Verwendet man in der Steckverbindung auf der Hohlleiterseite z.B. Glas oder Keramik als Dielektrikum (Trennelement) kann eine druckdichte Abtrennung zwischen Behälteratmosphäre und Innenraum des Sensorgehäuses erreicht werden.

**[0019]** Neben den bereits beschriebenen Vorteilen besteht vor allem durch eine Gestaltung der Steckverbindung gemäß obiger Ausführungsformen ein weiterer großer Vorteil darin, dass durch die Verwendung eines Semi-Rigid-Kabels die Steckerabmessungen besonders klein werden und derartige Stecker somit auch in sehr beengten Platzverhältnissen zum Einsatz kommen können.

### Kurze Beschreibung der Zeichnungen

**[0020]** Im Folgenden werden zum besseren Verständnis und zur weiteren Erläuterung mehrere Ausführungsbeispiele der vorliegenden Erfindung unter Bezugnahme auf die beigefügten Zeichnungen näher beschrieben.

- [0021] Fig. 1 ist ein Längsschnitt einer Steckverbindung gemäß einer ersten Ausführungsform der Erfindung;
- Fig. 2 ist ein Längsschnitt einer Steckverbindung gemäß einer zweiten Ausführungsform der Erfindung;
- Fig. 3a ist ein Längsschnitt einer Steckverbindung gemäß einer dritten Ausführungsform der Erfindung;
- Fig. 3b ist ein Längsschnitt einer Variante des Steckers der dritten Ausführungsform;
- Fig. 4a zeigt ein Ausführungsbeispiel einer Sende- und Empfangseinheit unter Verwendung einer Steckverbindung gemäß der vorliegenden Erfindung im auseinandergezogenen Zustand;
- Fig. 4b zeigt ein Ausführungsbeispiel einer Sende- und Empfangseinheit unter Verwendung einer Steckverbindung gemäß der vorliegenden Erfindung im zusammengesteckten Zustand.
- [0022] In allen Figuren hinweg sind gleiche Teile mit übereinstimmenden Bezugszeichen gekennzeichnet.

### Beschreibung der beispielhaften Ausführungsformen der Erfindung

[0023] Die Fig. 1 ist ein Längsschnitt einer ersten Ausführungsform durch eine Steckverbindung gemäß der vorliegenden Erfindung. Die Steckverbindung besteht aus einer Buchse 12 sowie einem Stecker 22. An die Buchse 12 ist eine Koaxialleitung 11 angeschlossen, die mit einer Sende- und Empfangseinheit verbunden ist. Die Koaxialleitung 11 besteht aus einem als Schirmleitung dienenden Außenleiter 14 sowie einem Signal führenden Innenleiter 13. Der Innenleiter 13 und der Außenleiter 14 sind durch ein Dielektrikum 10 gegenseitig isoliert. Der Außenleiter 14 der Koaxialleitung ist mit dem Außenleiter der Buchse 15 verbunden. Der Innenleiter der Koaxialleitung ist mit dem Innenleiter der Buchse 16 verbunden.

[0024] Die Koaxialleitung 21 besteht ebenfalls aus einem Signal führenden

Innenleiter 23 sowie einem als Schirmleitung dienenden Außenleiter 24, die durch ein Dielektrikum 20 gegenseitig isoliert sind. Der Außenleiter 24 ist mit dem Außenleiter 25 des Steckers 22 verbunden. Der Innenleiter der Koaxialleitung ist mit dem Innenleiter 26 des Steckers 22 verbunden.

[0025] Die Buchse 12 besitzt auf der Stecker zugewandten Seite eine becherförmige Aussparung 18, die derartig gestaltet ist, dass der Stecker 22 in die Aussparung hinein passt. An die becherförmige Aussparung 18 schließt sich eine weitere kleinere becherförmige Aussparung 18' an, in die der Innenleiter 26 des Steckers 22 hinein passt. Die becherförmige Aussparung 18 besitzt in Steckrichtung bei einer zu übertragenden Wellenlänge von  $\lambda$  eine Länge von  $\lambda/4$ . Dieser Bereich wird als Koppelbereich 17 der Steckverbindung bezeichnet. Die becherartige Aussparung 18 wird von einem Trennelement 19 aus dielektrischem Material umgeben. Das Trennelement 19 weist eine minimale Dicke von 0,5 mm auf, um die vorgeschriebene Isolationsspannung von 500 Volt sicherzustellen.

[0026] Die Kopplung zwischen dem Außenleiter 15 der Buchse und dem Außenleiter 25 des Steckers 22 erfolgt bei niedrigen Frequenzen kapazitiv zwischen den beiden im Koppelbereich 17 sich überlappenden Außenleitern 15 und 25. Die Außenleiter 15 und 25 sind dabei durch ein Trennelement 19 (vorzugsweise aus PTFE) gegenseitig isoliert. Um die Übertragung höherer Frequenzen zu gewährleisten, besitzt der Koppelbereich 17 eine Länge von  $\lambda/4$  bei einer zu übertragenden Wellenlänge von  $\lambda$ . Durch diese Längenabstimmung des Koppelbereichs 17 auf die zu übertragende Frequenz transformiert sich der Leerlauf, der sich am Ende des Überlappungsbereiches ergibt, in einen Kurzschluss an der Unterbrechung im Koaxialsystem, wodurch die Signalübertragung gewährleistet wird.

[0027] Die Fig. 2 ist ein Längsschnitt einer zweiten Ausführungsform durch eine Steckverbindung gemäß der vorliegenden Erfundung. Hierbei ist im Vergleich zur ersten Ausführungsform der Steckerteil einfacher gestaltet, indem als HF-Kabel ein Semi-Rigid-Kabel (z.B. UT141) verwendet wird, dessen Innenleiter gleichzeitig den Steckkontakt für die Signalleitung darstellt. Dadurch verringert sich der Montageaufwand bei der Kabelkonfektionierung erheblich.

[0028] Die Steckverbindung besteht aus einer Buchse 12 sowie einem Stecker 22. An die Buchse 12 ist eine Koaxialleitung 11 angeschlossen, die mit einer Sende- und Empfangseinheit verbunden ist. Die Koaxialleitung 11 besteht aus einem als Schirmleitung dienenden Außenleiter 14 sowie einem Signal führenden Innenleiter 13. Der Innenleiter 13 und der Außenleiter 14 sind durch ein Dielektrikum 10 gegenseitig isoliert. Der Außenleiter

14 der Koaxialleitung ist mit dem Außenleiter der Buchse 15 verbunden. Der Innenleiter der Koaxialleitung ist mit dem Innenleiter der Buchse 16 verbunden.

[0029] Die Koaxialleitung 21 besteht ebenfalls aus einem Signal führenden Innenleiter 23 sowie einem als Schirmleitung dienenden Außenleiter 24, die durch ein Dielektrikum 20 gegenseitig isoliert sind. Der Außenleiter 24 der Koaxialleitung ist mit dem Außenleiter 25 des Steckers 22 identisch. Der Innenleiter der Koaxialleitung ist mit dem stiftförmigen Innenleiter 26 des Steckers 22 identisch.

[0030] Zur mechanischen Befestigung des HF-Kabels 21, bzw. des Steckers 22 an einem Gehäuse (z.B. eines Elektronikeinsatzes), weist der Stecker 22 einen Befestigungsflansch 27 auf, der geometrisch anschaulich den Stecker 22 von der daran anschließenden Koaxialleitung trennt. Der Befestigungsflansch 27 weist seinerseits Bohrungen oder Gewinde auf (nicht dargestellt), die zur Befestigung an einem Gehäuse dienen.

[0031] Die Buchse 12 besitzt auf der Stecker zugewandten Seite eine becherförmige Aussparung 18, die derartig gestaltet ist, dass der Stecker 22 in die Aussparung hinein passt. An die becherförmige Aussparung 18 schließt sich eine weitere kleinere becherförmige Aussparung 18' an, in die der stiftförmige Innenleiter 26 des Steckers 22 hinein passt. Die becherförmige Aussparung 18 besitzt in Steckrichtung bei einer zu übertragenden Wellenlänge von  $\lambda$  eine Länge von  $\lambda/4$ . Dieser Bereich wird als Koppelbereich 17 der Steckverbindung bezeichnet. Die becherartige Aussparung 18 wird von einem Trennelement 19 aus dielektrischem Material umgeben. Das Trennelement 19 weist eine minimale Dicke von 0,5 mm auf, um die vorgeschriebene Isolationsspannung von 500 Volt sicherzustellen.

[0032] Auch hier ergibt sich für den unteren Frequenzbereich eine kapazitive Kopplung zwischen dem Außenleiter 15 der Buchse und dem Außenleiter 25 des Steckers 22 im Koppelbereich 17 der sich überlappenden Außenleitern 15 und 25. Die Außenleiter 15 und 25 sind dabei durch ein Trennelement 19 (vorzugsweise aus PTFE) gegenseitig isoliert. Für die Übertragung höherer Frequenzen gilt wiederum die Transformation des Leerlaufs in einen Kurzschluss. Hierzu weist der Koppelbereich 17 bei einer zu übertragenden Wellenlänge von  $\lambda$  eine Länge von  $\lambda/4$  auf.

[0033] Die Fig. 3a ist ein Längsschnitt einer weiteren Ausführungsform durch eine Steckverbindung gemäß der vorliegenden Erfindung. Der Stecker 22 sowie die Buchse 12 gleichen dabei weitestgehend den entsprechenden Bauteile der zweiten Ausführungsform. Im

Gegensatz zur zweiten Ausführungsform erfolgt jedoch zusätzlich zur Kopplung der Schirmleitung eine Kopplung der Signalleitung. Somit werden auch die Kondensatoren, die die Signalleitung gemäß dem Stand der Technik im HF-Modul trennen, überflüssig.

[0034] Die Steckverbindung besteht aus einer Buchse 12 sowie einem Stecker 22. An die Buchse 12 ist eine Koaxialleitung 11 angeschlossen, die mit einer Sende- und Empfangseinheit verbunden ist. Die Koaxialleitung 11 besteht aus einem als Schirmleitung dienenden Außenleiter 14 sowie einem Signal führenden Innenleiter 13. Der Innenleiter 13 und der Außenleiter 14 sind durch ein Dielektrikum 10 gegenseitig isoliert. Der Außenleiter 14 der Koaxialleitung ist mit dem Außenleiter der Buchse 15 verbunden. Der Innenleiter der Koaxialleitung ist mit dem Innenleiter der Buchse 16 verbunden.

[0035] Die Koaxialleitung 21 besteht ebenfalls aus einem Signal führenden Innenleiter 23 sowie einem als Schirmleitung dienenden Außenleiter 24, die durch ein Dielektrikum 20 gegenseitig isoliert sind. Der Außenleiter 24 der Koaxialleitung ist mit dem Außenleiter 25 des Steckers 22 identisch. Der Innenleiter der Koaxialleitung findet seine Fortsetzung in einem stiftförmigen Innenleiter 26 des Steckers 22, der von einem Trennelement 28 aus dielektrischem Material (vorzugsweise PTFE) umgeben wird.

[0036] Zur mechanischen Befestigung des HF-Kabels 21, bzw. des Steckers 22 an einem Gehäuse (z.B. eines Elektronikeinsatzes), weist der Stecker 22 einen Befestigungsflansch 27 auf, der geometrisch anschaulich den Stecker 22 von der daran anschließenden Koaxialleitung trennt. Der Befestigungsflansch 27 weist seinerseits Bohrungen oder Gewinde auf (nicht dargestellt), die zur Befestigung an einem Gehäuse dienen.

[0037] Die Buchse 12 besitzt auf der Stecker zugewandten Seite eine becherförmige Aussparung 18, die derartig gestaltet ist, dass der Stecker 22 in die Aussparung hinein passt. An die becherförmige Aussparung 18 schließt sich eine weitere kleinere becherförmige Aussparung 18' an, in die der stiftförmige Innenleiter 26 des Steckers 22 hinein passt. Die becherförmigen Aussparungen 18 und 18' besitzen jeweils in Steckrichtung bei einer zu übertragenden Wellenlänge von  $\lambda$  eine Länge von  $\lambda/4$ . Diese Bereiche werden als Koppelbereiche 17 der Steckverbindung bezeichnet. Die becherartige Aussparung 18 wird ebenfalls von einem Trennelement 19 aus dielektrischem umgeben. Das Trennelement 19 weist eine minimale Dicke von 0,5 mm auf, um die vorgeschriebene Isolationsspannung von 500 Volt sicherzustellen.

[0038] Durch diese Gestaltung des Steckers ist zusätzlich zur Kopplung der Schirmleitung auch eine Kopplung der Signalleitung möglich. Wie in den Ausführungsformen 1 und 2 erfolgt die Kopplung im unteren Frequenzbereich kapazitiv. Für die Übertragung höherer Frequenzen gilt auch hier wie zuvor die Transformation des Leerlaufes in einen Kurzschluss.

[0039] In Fig. 3b ist eine Variante des Steckers 22 der dritten Ausführungsform dargestellt. Im Unterschied zum Stecker 22 der dritten Ausführungsform befindet sich das Trennelement 28 nicht im Inneren der Buchse, sondern umgibt als Bestandteil des Steckers 22 den Innenleiter 26 des Steckers 22.

[0040] Die Figuren 4a und 4b verdeutlichen den Einbau der erfindungsgemäßen Steckverbindung in einem Sensor. Die Fig. 4a zeigt exemplarisch den Einbau einer Steckverbindung gemäß der vorliegenden Erfindung in einer Sende- und Empfangseinheit im auseinander gezogenen Zustand.

[0041] Der mit der Koaxialleitung 21 verbundene Stecker 22 ragt dabei durch die Bodenwandung des Gehäuses der Elektronikeinheit 30. Der Stecker 22 ragt dabei in eine becherartige Führung 33 des Elektronikeinsatzes 30, die zum einen eine saubere Führung beim Zusammenstecken als auch einen Schutz des Steckers beim Zusammenstecken gewährleisten soll. Das Gehäuse der Elektronikeinheit 30 befindet sich im Innenraum des Sensorgehäuses 30. Das Sensorgehäuse 30 ist mit einem Deckel (nicht dargestellt) über das Gewinde 34 verschließbar. Dem Stecker 22 liegt in Achsrichtung die Buchse 12 gegenüber, welche im Eingangsbereich zu der Antenne 31 angeordnet ist.

[0042] Betrachtet man die Fig. 4b, die den Sensor mit der erfindungsgemäßen Steckverbindung im zusammengesteckten Zustand darstellt, so erkennt man, wie die Führung 30 in den halsförmigen Eingangsbereich der Antenne 31 geschoben wird, wobei die Führung 30 gegenüber dem Antenneneingangsbereich mit Hilfe des O-Rings 35 abgedichtet wird. Die Steckverbindung ist somit gegenüber Umgebungsbedingungen unempfindlich.

[0043] Das Sensorgehäuse 34 ist zusammen mit dem Gehäuse der Elektronikeinheit 30 einschließlich des Steckers 22 gegenüber der Antenne 31 und der Buchse 12 drehbar. Ein Austausch des Elektronikeinsatzes 30, wird durch einfaches Ziehen des Elektronikeinsatzes ermöglicht. Das Entfernen einer Abdeckung gemäß dem Stand der Technik, um dann die Koaxialleitung entfernen zu können, entfällt.

## Patentansprüche

1. Koaxialleitungssteckverbindung zum Übertragen von Mikrowellensignalen einer Wellenlänge  $\lambda$  umfassend eine Buchse und einen Stecker, mittels denen die miteinander zu verbindenden Enden einer Koaxialleitung bestehend aus einem Innenleiter und einem den Innenleiter umgebenden Außenleiter miteinander gekoppelt werden, und ein Trennelement aus einem dielektrischen Material zur galvanischen Trennung zumindest der Außenleiter.
2. Koaxialleitungssteckverbindung nach Anspruch 1,  
**dadurch gekennzeichnet**, dass der Stecker eine radial außenliegende seitliche Wandungsfläche und die Buchse eine radial innenliegende seitliche Wandungsfläche aufweist, die sich im eingesteckten Zustand durch das Trennelement in einem Koppelbereich beabstandet gegenüberliegen.
3. Koaxialleitungssteckverbindung nach Anspruch 1,  
**dadurch gekennzeichnet**, dass das Trennelement in der Buchse angeordnet ist.
4. Koaxialleitungssteckverbindung nach Anspruch 1,  
**dadurch gekennzeichnet**, dass das Trennelement aus zumindest einem der Materialien der Gruppe PTFE, Keramik, Glas besteht.
5. Koaxialleitungssteckverbindung nach Anspruch 2,  
**dadurch gekennzeichnet**, dass in dem Koppelbereich zwischen der außenliegenden seitlichen Wandungsfläche des Steckers und der innenliegenden seitlichen Wandungsfläche der Buchse das Trennelement ringförmig angeordnet ist.
6. Koaxialleitungssteckverbindung nach Anspruch 5,  
**dadurch gekennzeichnet**, dass das ringförmige Trennelement eine minimale Wandungsdicke von 0,5 mm aufweist.
7. Koaxialleitungssteckverbindung nach Anspruch 2,  
**dadurch gekennzeichnet**, dass der das Trennelement aufnehmende Koppelbereich eine optimale Länge von  $\lambda/4$  in axialer Richtung aufweist.
8. Koaxialleitungssteckverbindung zum Übertragen von Mikrowellensignalen einer Wellenlänge  $\lambda$ , die die miteinander zu verbindenden Enden einer Koaxialleitung bestehend aus einem Innenleiter und einem den Innenleiter umgebenden Außenleiter

miteinander mit einer Buchse und einem aus einem Koaxialleitungsende bestehenden Stecker durch ein Trennelement aus einem dielektrischen Material zur galvanischen Trennung zumindest der Außenleiter koppelt.

9. Koaxialleitungssteckverbindung nach Anspruch 8,

**dadurch gekennzeichnet**, dass der Stecker eine radial außenliegende seitliche Wandungsfläche bestehend aus dem Außenleiter, über welchen der Innenleiter stiftförmig hinausragt, und die Buchse eine radial innenliegende seitliche Wandungsfläche aufweist, die sich im eingesteckten Zustand durch das Trennelement in einem Koppelbereich beabstandet gegenüberliegen.

10. Koaxialleitungssteckverbindung nach Anspruch 8,

**dadurch gekennzeichnet**, dass das Trennelement in der Buchse angeordnet ist.

11. Koaxialleitungssteckverbindung nach Anspruch 8,

**dadurch gekennzeichnet**, dass das Trennelement aus zumindest einem der Materialien der Gruppe PTFE, Keramik, Glas besteht.

12. Koaxialleitungssteckverbindung nach Anspruch 8,

**dadurch gekennzeichnet**, dass der eingesteckte Zustand von Buchse und Stecker mittels eines an dem Stecker angebrachten Befestigungsflansches sichergestellt wird.

13. Koaxialleitungssteckverbindung nach Anspruch 9,

**dadurch gekennzeichnet**, dass in dem Koppelbereich zwischen der außenliegenden seitlichen Wandungsfläche des Steckers und der innenliegenden seitlichen Wandungsfläche der Buchse ein Dielektrikum ringförmig angeordnet ist.

14. Koaxialleitungssteckverbindung nach Anspruch 13,

**dadurch gekennzeichnet**, dass das ringförmige Dielektrikum eine minimale Wandungsdicke von 0,5 mm aufweist.

15. Koaxialleitungssteckverbindung nach Anspruch 9,

**dadurch gekennzeichnet**, dass der das Dielektrikum aufnehmende Koppelbereich eine optimale Länge von  $\lambda/4$  in axialer Richtung aufweist.

16. Koaxialleitungssteckverbindung zum Übertragen von Mikrowellensignalen einer Wellenlänge  $\lambda$ , die die miteinander zu verbindenden Enden einer Koaxialleitung

bestehend aus einem Innenleiter und einem den Innenleiter umgebenden Außenleiter miteinander mit einer Buchse und einem aus einem Koaxialleitungsende bestehenden Stecker durch zumindest ein Trennelement aus dielektrischen Materialien zur galvanischen Trennung des Außenleiters und des Innenleiters koppelt.

17. Koaxialleitungssteckverbindung nach Anspruch 16,

**dadurch gekennzeichnet**, dass der Stecker eine radial außenliegende seitliche Wandungsfläche bestehend aus dem Außenleiter, über welchen der Innenleiter stiftförmig hinausragt, und die Buchse eine erste radial innenliegende seitliche Wandungsfläche aufweist, die sich im eingesteckten Zustand durch ein erstes Trennelement in einem ersten Koppelbereich beabstandet gegenüberliegen, an den sich ein zweiter Koppelbereich anschließt, in welchem der stiftförmige Innenleiter des Steckers einer zweiten radialen innenliegenden seitlichen Wandungsfläche der Buchse durch ein zweites Trennelement beabstandet gegenüberliegt.

18. Koaxialleitungssteckverbindung nach Anspruch 16,

**dadurch gekennzeichnet**, dass das Trennelement in der Buchse angeordnet ist.

19. Koaxialleitungssteckverbindung nach Anspruch 16,

**dadurch gekennzeichnet**, dass das Trennelement aus zumindest einem der Materialien der Gruppe PTFE, Keramik, Glas besteht.

20. Koaxialleitungssteckverbindung nach Anspruch 16,

**dadurch gekennzeichnet**, dass der eingesteckte Zustand von Buchse und Stecker mittels eines an dem Stecker angebrachten Befestigungsflansches sichergestellt wird.

21. Koaxialleitungssteckverbindung nach Anspruch 17,

**dadurch gekennzeichnet**, dass sowohl in dem ersten Koppelbereich zwischen der außenliegenden seitlichen Wandungsfläche des Steckers und der ersten radialen innenliegenden seitlichen Wandungsfläche der Buchse als auch in dem zweiten Koppelbereich zwischen dem stiftförmigen Innenleiter und der zweiten radialen innenliegenden seitlichen Wandungsfläche der Buchse jeweils ein Trennelement ringförmig angeordnet ist.

22. Koaxialleitungssteckverbindung nach Anspruch 17,

**dadurch gekennzeichnet**, dass der stiftförmige Innenleiter von einem Trennelement umgeben wird.

23. Koaxialleitungssteckverbindung nach Anspruch 21,  
**dadurch gekennzeichnet**, dass die ringförmigen Dielektrika eine minimale Wandungsdicke von 0,5 mm aufweisen.

24. Koaxialleitungssteckverbindung nach Anspruch 17,  
**dadurch gekennzeichnet**, dass die die Dielektrika aufnehmenden Koppelbereiche jeweils eine optimale Länge von  $\lambda/4$  in axialer Richtung aufweisen.

25. Buchse zum Koppeln zweier Koaxialleitungen, die jeweils aus einem Innenleiter und einem den Innenleiter umgebenden Außenleiter bestehen und die zum Übertragen von Mikrowellensignalen der Wellenlänge  $\lambda$  geeignet sind, von denen eine der beiden Koaxialleitungen in die Buchse steckbar ist, wobei eine galvanische Trennung der Außen- und Innenleiter durch zumindest ein in der Buchse befindliches Trennelement aus dielektrischem Material erfolgt.

26. Buchse nach Anspruch 25,  
**dadurch gekennzeichnet**, dass die Buchse zur zentrischen Einkopplung der Mikrowellensignale in einen Hohlleiter direkt an dem Hohlleiter befestigt ist.

27. Stecker bestehend aus einem Außenleiter und einem über den Außenleiter stiftförmig hinausragenden Innenleiter, zum Koppeln zweier Koaxialleitungen, die jeweils aus einem Innenleiter und einem den Innenleiter umgebenden Außenleiter bestehen und die zum Übertragen von Mikrowellensignalen der Wellenlänge  $\lambda$  geeignet sind, wobei der stiftförmige Innenleiter von einem Trennelement aus dielektrischen Material umgeben ist, wodurch eine galvanische Trennung der Innenleiter der Koaxialleitung erfolgt.

28. Galvanische Trennung unter Verwendung von Trennelementen aus dielektrischen Materialien in einer Buchse oder einem Stecker zum Koppeln von miteinander zu verbindenden Enden einer Koaxialleitung, die jeweils aus einem Innenleiter und einem den Innenleiter umgebenden Außenleiter bestehen und die zum Übertragen von Mikrowellensignalen der Wellenlänge  $\lambda$  geeignet sind.

## **Zusammenfassung**

Die Erfindung betrifft eine Steckverbindung zur galvanischen Trennung von Mikrowellensignalen in Koaxialleitungen um den Anforderungen einer Ex-Trennung gerecht zu werden. Die Steckverbindung umfasst einen Stecker sowie eine Buchse mit Innen- und Außenleiter, die beide mit einer Koaxialleitung verbunden sind und ebenfalls aus einem Innen- und einem Außenleiter aufgebaut sind. In der Steckverbindung wird ein Dielektrikum vorgesehen, um eine galvanische Trennung des Außenleiter der Buchse gegenüber dem Außenleiter des Steckers zu gewährleisten. In einer weiteren Ausführungsform ist neben der galvanischen Trennung des Außenleiters auch eine galvanische Trennung des Innenleiters realisiert.